

KUAT TEKAN DAN SIFAT FISIK BETON OPC, OPC POFA, DAN PCC MENGGUNAKAN AIR GAMBUT SEBAGAI AIR PENCAMPUR BETON

Redol Sianturi¹⁾, Monita Olivia²⁾, Edy Saputra³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: redolsianturi@gmail.com

Abstract

The use of peat water is often used as concrete mixing water in areas difficult to obtain clean water. Peat water containing a low pH is not recommended as concrete mixing water because it can reduce the quality of concrete. Mineral materials such as Palm Oil Fuel Ash (POFA) used in the concrete mix to increase the density and strength of the resulting. This study aims to assess the compressive strength and physical properties such as porosity and water sorptivity concrete using peat as concrete mixing water. Type of cement used in the concrete mixture is OPC, PCC, and OPC POFA 10%. Peat water for the research came from Rimbo Panjang, Kampar and POFA derived from PKS GAS, Kandis. Research results show that the peat water can still be used to mix concrete is still above the minimum strength of 90% of the normal compressive strength.

Keywords: OPC, PCC, palm oil fuel ash(POFA), peat water

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar belakang

Pelaksanaan konstruksi beton yang lokasinya tidak tersedia air bersih, pekerjaan tersebut menggunakan air di lokasi tersebut yaitu air gambut. Pelaksanaan tidak memperhatikan kandungan air gambut yang dapat mempengaruhi karakteristik beton. Air gambut yang terdapat di lahan gambut Provinsi Riau memiliki tingkat keasaman (pH) rendah, mengakibatkan air bersifat asam (Ashari, 2011).

Air dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang merusak beton atau tulangan (Mulyono, 2005). Penggunaan air gambut sebagai air pencampur beton dapat menurunkan mutu beton karena air gambut mengandung sulfat, magnesium, ammonium, klorida, pH rendah dan minyak lemak. Rosani (2011) meneliti pengaruh penggunaan air gambut sebagai air pencampur beton terhadap kuat tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan pada umur 28 hari menjadi 86,84 % dari beton normal.

Untuk mendapatkan konstruksi yang tahan terhadap lingkungan agresif seperti air gambut dapat menggunakan bahan tambah mineral. Bahan tambah mineral seperti POFA

banyak dicampurkan ke dalam beton. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kekedapan beton, menurunkan permeabilitas, mengurangi akses zat cair sehingga air dan ion-ion agresif seperti klorida tidak dapat masuk ke dalam beton dengan mudah. Hingga saat ini penggunaan air gambut sebagai campuran pada beton menggunakan bahan mineral seperti POFA belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti kuat tekan dan sifat fisik seperti porositas dan sorptivity yang menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton dan bahan tambah POFA.

A.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah.

1. Mengkaji kuat tekan beton OPC, PCC, dan OPC POFA menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton pada umur 28 hari.
2. Mengkaji porositas dan sorptivity menggunakan OPC, PCC, dan OPC POFA menggunakan air gambut sebagai campuran beton pada umur 28 hari.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton

Menurut (SNI 03-2847-2002, 2002), pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1-2%, pasta semen sekitar 25-40%, dan agregat sekitar 60-75% (Mulyono, 2005).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yaitu semen dan air, sedangkan bahan yang pasif yaitu agregat halus dan agregat kasar. Kelompok bahan pasif disebut pengisi sedangkan yang aktif disebut pengikat (Tjokrodinuljo, 1996).

B.2 Material Penyusun Beton

B.2.1 Semen

Semen merupakan senyawa atau zat pengikat hidrolis terdiri dari senyawa C-S-H (Kalsium Silikat Hidrat) apabila bereaksi dengan air akan mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan kets.

Tabel 1. Komposisi Kimia dan Fisik Semen OPC dan PCC

Komposisi (%)	OPC	PCC
Al ₂ O ₃	5,49	7,40
CaO	65,21	57,38
SiO ₂	20,92	23,04
Fe ₂ O ₃	3,78	3,36
Kehalusan	4,00	2,00
Berat isi (kg/l)	1,29	1,15

Sumber: Alit, 2009

Ordinary Portland Cement (OPC) juga dikenal dengan portland tipe I, merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang terdiri dari oksida-oksida kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), besi (Fe₂O₃). *Portland Composite Cement* (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama antara bubuk semen *portland* dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace*

slag), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari massa semen (SNI 15-7964-2004).

B.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar yang menempati 70 % dari volume beton atau mortar (Mulyono, 2005). Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (ASTM). Sedangkan agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (ASTM).

B.2.3 Air

Air yang digunakan dalam untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik, atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum (Mulyono, 2004).

B.2.4 Mineral Tambahan

Mineral tambahan adalah bahan lain selain air, agregat, dan semen hidrolis yang ditambahkan ke campuran beton sebelum atau selama proses pencampuran. Penggunaan mineral tambahan ini memberikan efek tertentu pada campuran beton termasuk peningkatan mutu, percepatan atau memperlambat *setting time*, meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat, dan meningkatkan *workability*.

B.3 Abu Sawit (*palm oil fuel ash*)

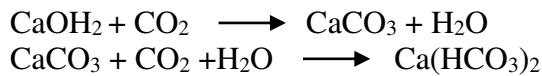
Abu sawit disebut juga dengan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) merupakan sumber silika dari hasil pembakaran limbah padat yang digunakan sebagai penghasil listrik dan tenaga uap pada pabrik sawit (Khalil *et al.*, 2013). Penggunaan POFA yang merupakan limbah industri sebagai pozzolan baru pengganti semen, mengurangi biaya pembuatan beton, mengatasi masalah lingkungan, dan mengurangi lahan tempat untuk pembuangan POFA (Tangchirapat *et al.*, 2009).

B.4 Lingkungan Agresif

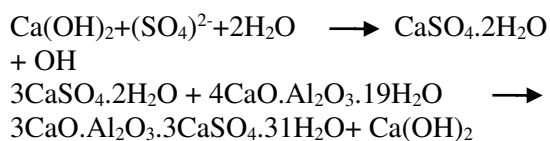
B.4.1 Definisi Lingkungan Asam

Lingkungan Agresif menurut *ACI Guide to Durable Concrete* (1992) adalah lingkungan yang cenderung memiliki kandungan kimia di atas konsentrasi minimum yang dapat bereaksi dengan beton dan menyebabkan kerusakan

pada beton (deterioration). Kerusakan beton di lingkungan agresif terjadi karena ada dua reaksi utama yang mempengaruhi kerusakan beton.



Reaksi pertama adalah pembentukan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tidak menimbulkan kerusakan beton, tetapi proses berikutnya dimana kalsium karbonat (CaCO_3) akan bereaksi lagi dengan karbondioksida (CO_2) dalam air menghasilkan kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) yang larut dalam air.



Reaksi kedua adalah kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminat hidrat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) bereaksi dengan ion-ion asam maka akan menghasilkan gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan *calcium sulphoaluminate* ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$) yang dikenal dengan istilah *ettringite*. *Ettringite* mempunyai volume yang lebih besar dibandingkan dengan volume komponen penyusunnya sehingga akan mengakibatkan terjadinya ekspansi yang dapat menyebabkan kerusakan pada beton maupun mortar (Goyal *et al*, 2008; Kasih, 2011).

B.4.2 Air Gambut

Air gambut merupakan air permukaan dari tanah gambut dengan ciri warnanya merah kecoklatan, mengandung zat organik tinggi, rasanya asam, pH 2-5 dan tingkat kesadahan rendah (Kusnaedi, 2006). Menurut Novita (2008), air gambut mengandung senyawa organik terlarut yang menyebabkan air menjadi dan bersifat asam. Senyawa organik tersebut adalah asam humat, asam fulvat, dan asam humin.

Penelitian ini menggunakan air gambut sebagai campuran pada beton. Air gambut merupakan air yang tidak layak digunakan sebagai air pencampur beton karena memiliki kandungan sulfat yang berperan merusak beton. Hampir semua kandungan sulfat bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan tricalcium aluminat (C_3A) dari semen yang terhidrasi untuk membentuk senyawa kalsium sulfat dan

kalsium sulfoaluminat. Nugraha dan Antoni (2007) menyebutkan bahwa C_3A dan kalsium sulfat akan bereaksi dan menghasilkan kalsium sulfoaluminat yang disebut *ettringite*.

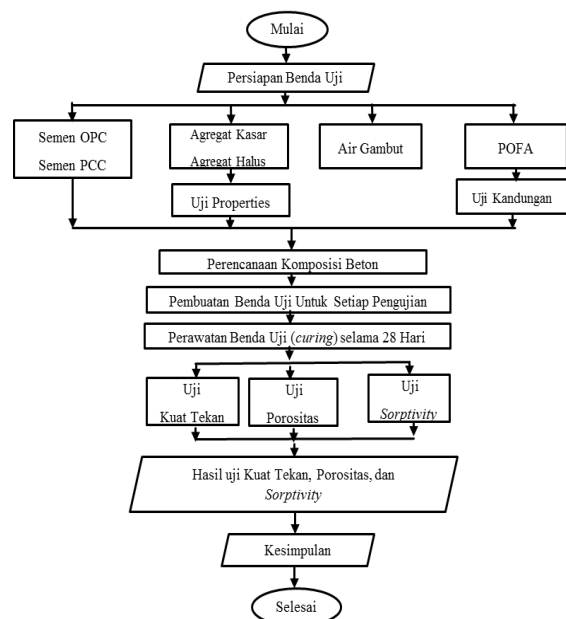
C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, dan komposisi kimia POFA (*palm oil fuel ash*). Pemeriksaan agregat kasar dan halus terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat volume, abrasi los angeles, kadar lumpur dan kadar organik. Pemeriksaan komposisi kimia POFA (*palm oil fuel ash*) dilakukan dengan mengirim sebagian sampel ke Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Padang

C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan yang telah dijelaskan diatas, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. Kuat tekan, porositas, dan sorptivity



Gambar 1. Bagan Alir (flowchart) Metodologi Penelitian

C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian beton sesuai umur rencana 28 hari dengan menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton. Pengujian yang

dilakukan yaitu pengujian kuat tekan, porositas, dan *sorptivity*.

C.3.1 Tahap Pengujian Kuat Tekan

Menentukan kekuatan tekan beton dilakukan dengan prosedur berikut:

- Mengambil benda uji dari bak perendaman kemudian mengeringkannya selama ± 24 jam.
- Benda uji diberi *capping* (lapisan belerang) pada beton agar permukaannya rata.
- Menimbang benda uji.
- Meletakkan benda uji dengan posisi tegak pada kerangka alat uji tekan (*Compression Test Machine*).
- Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.
- Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian.
- Menghitung kuat tekan beton dihitung yaitu beban maksimum persatuan luas permukaan silinder.

C.3.2 Tahap Pengujian Porositas

Prosedur pengujian untuk mengetahui porositas adalah sebagai berikut:

- Mengeluarkan benda uji dari bak perendaman.
- Mengeringkan benda uji dengan oven pada suhu $100-110^{\circ}\text{C}$ selama tidak kurang dari 24 jam, biarkan dingin diudara kering sampai suhu $20-25^{\circ}\text{C}$ lalu menghitung masa kering oven sebagai W_1 .
- Melakukan perendaman dalam air selama tidak kurang dari 48 jam.
- Setelah masa perendaman 48 jam, maka permukaan benda uji dikeringkan dengan handuk agar menghilangkan kelembaban permukaan, lalu menentukan massa jenuh setelah perendaman sebagai W_2 .

Setelah penimbangan massa jenuh, lalu dengan menggunakan penggantung kawat menghitung massa sebenarnya dalam air sebagai W_3 .

C.3.3 Tahap Pengujian Sorptivity

Pengujian *Sorptivity* bertujuan untuk menentukan tingkat penyerapan air kedalam beton. Metode yang digunakan adalah GHD (*Determination of Sorptivity*). Adapun prosedur pengujiannya sebagai berikut:

- Membelah beton sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan gerinda dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 10 cm.

- Mengeringkan benda uji menggunakan oven dengan suhu $105-110^{\circ}\text{C}$ hingga berat benda uji konstan.
- Menyusun alat pengujian terdiri dari wadah.
- Meletakkan benda uji di atas balok, kemudian wadah diisi air hingga ketinggian 1-2 mm dari bawah permukaan beton.

Waktu mulai dihitung, kemudian dilanjutkan dengan mencatat berat benda uji pada interval waktu 1, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, dan 240 menit dari awal pengujian.

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

D.1 Analisis Karakteristik Abu Sekam

Pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan abu sawit ke Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Padang. Abu sawit yang diuji adalah lolos saringan No. 200.

Tabel 2. Karakteristik Abu Sawit

Parameter	Hasil	
SiO ₂	45,16	%
Al ₂ O ₃	15,96	%
Fe ₂ O ₃	0,47	%
MgO	1,61	%
CaO	9,72	%
Na ₂ O	0,05	%
K ₂ O	6,57	%
MnO	0,1	%
P ₂ O ₃	7,77	%
SO ₃	3,56	%
Cu	0,02	ppm
Zn	0,02	ppm
Kadar air	0,41	%

Sumber: Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Padang

Pemeriksaan komposisi abu sawit (*palm oil fuel ash*) dilakukan untuk mengetahui kadar senyawa pozzolanik yang terkandung dalam abu sawit yang akan digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton.

Dari Tabel 2 diketahui bahwa abu sawit PT. PKS GAS, Kandis, Riau sebagian besar

tersusun atas Silikon Dioksida (SiO_2) sebesar 45,16 %, Aluminium Oksida (Al_2O_3) sebesar 15,96 %. Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwa jumlah kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 lebih dari 60%. ASTM C168 mengklasifikas POFA dalam bahan pozzolan tipe C.

D.2 Analisis Propertis Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar dan halus yang akan di pakai dalam campuran beton. Agregat ini diperoleh dari Air Hitam, Pekanbaru

Tabel 3. Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar Spesifikasi
1	Berat Jenis (gr/cm^3)		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,65	2,5-2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,51	2,5-2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,56	2,5-2,7
	d. <i>Absorption (%)</i>	2,09	2-7
2	Kadar Air (%)	0,4	3-5
3	Modulus		
	Kehalusan	6,41	5-8
4	Keausan (%)	34,18	< 40
5	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,48	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,36	>1,2

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa modulus kehalusan butiran adalah 6,41, dan masuk dalam standar spesifikasi agregat kasar yaitu 5-8. Berdasarkan pengujian berat jenis didapat berat jenis agregat sesuai standar spesifikasi agregat halus 2,58-2,83. Apabila berat jenis agregat tinggi, maka menghasilkan berat jenis beton yang tinggi dan memiliki kuat tekan yang tinggi pula. Hasil pemeriksaan agregat (*absorption*) 2,09% memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat yaitu 2-7 %. Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar, yaitu 1,48 gr/cm^3 untuk kondisi padat dan 1,36 gr/cm^3 untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat kasar ini memenuhi standar spesifikasi berat volume 1,40-1,90

gr/cm^3 . Kepadatan agregat menyebabkan volume pori beton kecil dan kekuatannya bertambah. Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar ini tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 0,4 % dengan rentang 3-5 %. Hasil pemeriksaan ketahanan agregat dengan mesin *Los Angeles* adalah gradasi B dengan ketahanan agregat sebesar 34,18 %. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ketahanan aus agregat yaitu < 40 %.

Tabel 4. Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	2,34	<5
2	Berat Jenis (gr/cm^3)		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,61	2,5 - 2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60	2,5 - 2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,60	2,5 - 2,7
	d. <i>Absorption (%)</i>	0,2	2 - 7
3	Kadar Air (%)	0,2	3 - 5
4	Modulus		
	Kehalusan	2,22	1,5 - 3,8
5	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,67	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,51	>1,2
6	Kadar organik	No. 2	<No.3

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa modulus kehalusan butiran adalah 2,22 masih masuk dalam *finesess modulus* agregat halus yaitu 1,5-3,8. Berdasarkan pengujian berat jenis didapat berat jenis agregat sesuai dalam standar spesifikasi agregat halus 2,58-2,83. Hasil pemeriksaan agregat (*absorption*) 0,2 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat yaitu 2-7 %.

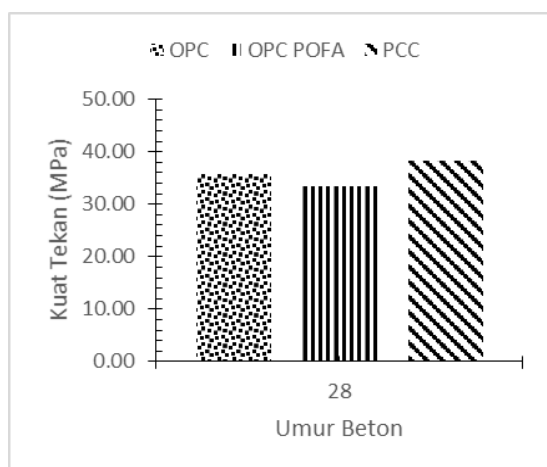
Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus didapat bahwa volume agregat halus yaitu 1,67 gr/cm^3 untuk kondisi padat dan 1,51 gr/cm^3 untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat halus ini memenuhi standar spesifikasi berat volume 1,40-1,90 gr/cm^3 . Kepadatan agregat menyebabkan volume pori beton kecil dan kekuatannya bertambah. Kadar lumpur atau

kotoran agregat halus quarry air hitam, Pekanbaru memenuhi standar spesifikasi yaitu 2,34 %. Pemeriksaan kadar air yang dilakukan, diketahui bahwa kadar air agregat halus *quarry* air hitam, Pekanbaru yaitu 0,2 %. Hasil pengujian kadar air agregat halus ini tidak memenuhi standar spesifikasi 3-5 %. Hal ini perlu penambahan atau pengurangan air dalam campuran beton. Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna No.2. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu < No.3. Hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan kadar organik yang terkandung tidak tinggi sehingga bagus untuk campuran beton.

D.3 Hasil Pengujian Beton

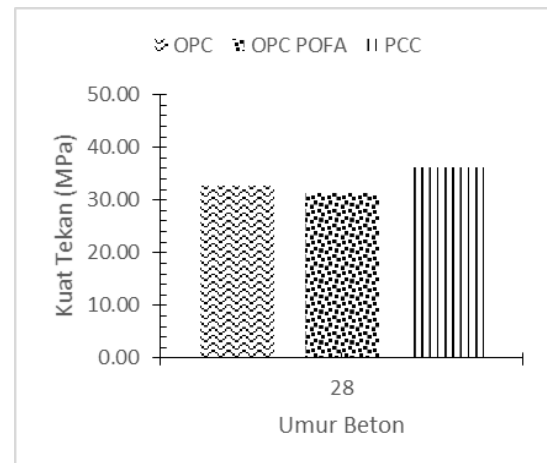
D.3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton didapat dari rata-rata tiga buah benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk umur beton 28 hari. Hasil uji kuat tekan dari beton dengan variasi jenis semen dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. Hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari menggunakan air biasa

Hasil gambar 2 menunjukkan bahwa pada umur 28 hari kuat tekan tertinggi adalah beton PCC dengan nilai kuat tekan sebesar 38,20 MPa. Kuat tekan beton OPC sebesar 35,65 MPa, Sedangkan beton *POFA* 10% terhadap berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 33,52 MPa. Pemakaian *POFA* 10% dari berat semen menunjukkan kuat tekan masih dibawah OPC, sehingga belum diketahui pada umur berapa akan dihasilkan kuat tekan maksimum. Hal ini dikarenakan reaksi pozzolan pada *POFA* bereaksi lama.



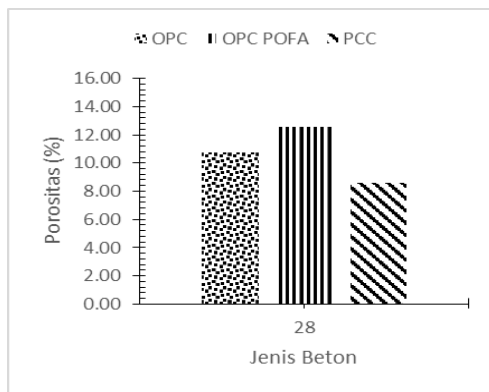
Gambar 3. Hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari menggunakan air gambut

Hasil gambar 3 menunjukkan bahwa pada umur 28 hari kuat tekan tertinggi adalah beton PCC dengan nilai kuat tekan sebesar 36,29 MPa. Kuat tekan OPC sebesar 32,68 MPa sedangkan beton *POFA* 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 31,41 MPa. Pemakaian *POFA* 10% menunjukkan kuat tekan masih dibawah OPC, sehingga belum diketahui pada umur berapa akan dihasilkan kuat tekan maksimum. Hal ini dikarenakan reaksi pozzolan pada *POFA* bereaksi lama.

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan perubahan kuat tekan beton pada umur beton 28 hari. Pada umur 28 hari beton OPC air gambut mempunyai kuat tekan sebesar 91,67 % dibandingkan OPC air biasa. Sedangkan pada umur 28 hari beton OPC *POFA* air gambut sebesar 93,67% dibandingkan OPC *POFA* air biasa. Beton PCC air gambut sebesar 95% dibandingkan PCC air biasa. Penurunan kekuatan pada OPC air gambut ini akibat adanya serangan asam dan melemahkan ikatan antar partikel beton didalamnya. Sedangkan pada OPC *POFA* yang mempunyai sifat pozzolanik mengalami penurunan lebih sedikit daripada OPC, karna sifat pozzolanik menghambat serangan asam pada beton.

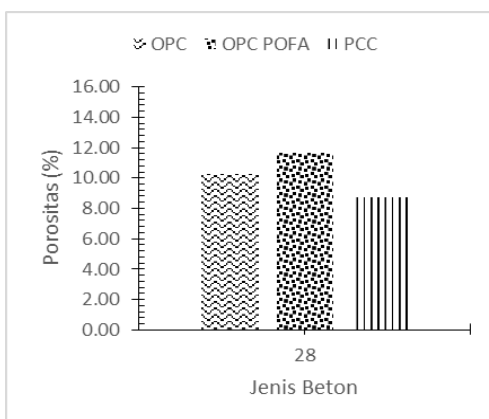
D.3.2 Pengujian Porositas

Porositas beton didapat dari rata-rata tiga buah benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 10 cm untuk umur beton 28 hari. Hasil uji porositas dari beton dengan variasi jenis semen dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 5. Hasil pengujian porositas beton 28 hari menggunakan air biasa

Hasil gambar 5 menunjukkan bahwa porositas terendah adalah beton PCC dengan nilai 8,89% pada umur 28 hari. Beton OPC memiliki porositas sebesar 10,75%, sedangkan beton POFA 10% menghasilkan porositas sebesar 12,58%. Pemakaian POFA 10% menunjukkan porositas masih dibawah OPC, sehingga belum diketahui pada umur berapa akan dihasilkan kuat tekan maksimum. Hal ini dikarenakan reaksi pozzolan pada POFA bereaksi lama.



Gambar 6. Hasil pengujian porositas beton 28 hari menggunakan air gambut

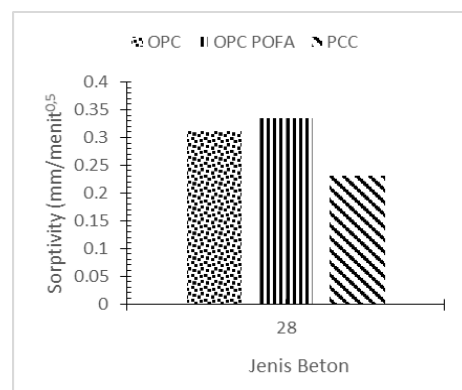
Hasil gambar 6 menunjukkan bahwa porositas terendah adalah beton PCC dengan nilai 8,13% pada umur 28 hari. Beton OPC memiliki porositas sebesar 10,29%, sedangkan beton POFA 10% menghasilkan porositas sebesar 8,13%. Pemakaian POFA 10% menunjukkan porositas masih dibawah OPC, sehingga belum diketahui pada umur berapa akan dihasilkan kuat tekan maksimum. Hal ini dikarenakan reaksi pozzolan pada POFA bereaksi lama.

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan perubahan

porositas beton pada umur beton 28 hari. Porositas beton menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton mengalami penurunan porositas dibandingkan air biasa.

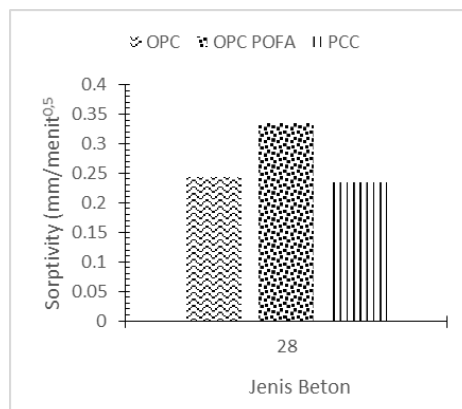
D.3.3 Pengujian Sorptivity

Pada penelitian ini *sorptivity* diukur selama empat jam, beton yang diuji yaitu beton silinder ukuran diameter 10 cm dan tinggi 10 cm dengan umur 28 hari. Pada umumnya, *sorptivity* tinggi mengindikasikan porositas tinggi. Nilai *sorptivity* dianjurkan kurang dari 0,2000 mm/min^{0.5} untuk menjaga kekedapan (Satya, 2015).



Gambar 7. Hasil pengujian sorptivity beton 28 hari menggunakan air biasa

Hasil pada Gambar 7 menunjukkan sorptivity beton PCC merupakan beton yang mempunyai sorptivity rendah dibandingkan OPC dan OPC POFA karna memiliki porositas terendah. Nilai sorptivity beton OPC sebesar 0,3115 mm/min^{0.5}, sorptivity OPC POFA sebesar 0,3345 mm/min^{0.5}, dan sorptivity PCC sebesar 0,2311 mm/min^{0.5}.



Gambar 8. Hasil pengujian sorptivity beton 28 hari menggunakan air gambut

Hasil pada Gambar 8 menunjukkan sorptivity beton PCC merupakan beton yang mempunyai sorptivity rendah dibandingkan OPC dan OPC POFA karna memiliki porositas terendah. Nilai sorptivity beton OPC sebesar 0,2433 mm/menit^{0.5}, sorptivity OPC POFA sebesar 0,3345 mm/menit^{0.5}, dan sorptivity PCC sebesar 0,2342 mm/menit^{0.5}.

Pada umumnya, *sorptivity* tinggi mengindikasikan porositas tinggi. Berdasarkan gambar 7 dan 8 dilihat bahwa nilai *sorptivity* beton menurun. Penurunan nilai *sorptivity* ini berkaitan dengan adanya proses hidrasi semen. Pasta semen yang terdiri dari gel (*tobermorite*) dan sisa senyawa yang tidak bereaksi, seperti kalsium Ca(OH)₂, air, dan senyawa lainnya akan membentuk suatu rantai tiga dimensi yang saling melekat secara acak, dan sedikit demi sedikit mengisi ruangan yang ditempati air, lalu membeku dan mengeras sehingga mempunyai kekuatan tertentu (Mulyono, 2003).

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap beton normal dengan bahan tambah serat karet, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggantian air gambut sebagai air pencampur pada beton masih dapat digunakan karna masih di atas 90% dari kuat tekan beton normal.
2. Penggunaan POFA dalam campuran beton menggunakan air gambut dapat menghambat penurunan kuat tekan karna mengandung pozzolan.
3. Nilai kuat tekan berbanding terbalik dengan nilai porositas dan *sorptivity* beton yang dihasilkan.

E.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton dirawat di lingkungan gambut.
2. Adanya variasi bahan tambah yang digunakan untuk pembuatan beton

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 201.2R-01. (2008). *Guide to Durable Concrete*. ACI Committee 201.
- Hutapea, U. (2014). Ketahanan Mortar di Lingkungan Asam. *Fakultas Teknik*

Universitas Riau.

- Khalil, H. P. S. A., Fizree, H. M., Bhat, A. H., Jawaid, M., & Abdullah, C. K. (2013). Composites : Part B Development and characterization of epoxy nanocomposites based on nano-structured oil palm ash. *Composites Part B*, 53, 324–333.
<http://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.04.013>
- Mubekti. (2011). Studi pewilayahan dalam rangka pengelolaan lahan gambut berkelanjutan di provinsi riau, 13(2), 88–94.
- Olivia, M, Kamaldi, A., & Djauhari, Z. (2014). Resistance of Plain and Blended Cements Exposed to Sulfuric Acid Solution and Acidic Peat Water: A Preliminary Study, 1434–1437.
- Pradana, T. (2016). *Sifat Mekanik dan Porositas Beton Semen OPC, PCC, dan OPC POFA di Lingkungan Gambut*.
- Satya, Y, S, D. (2015). *Durabilitas Mortar Geopolimer Campuran Abu Terbang (Fa) Dan Abu Sawit (Pofa) Di Lingkungan Gambut*.
- SNI 03-2847-2002. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Tangchirapat, W., Jaturapitakkul, C., & Chindaprasirt, P. (2009). Use of palm oil fuel ash as a supplementary cementitious material for producing high-strength concrete. *Construction and Building Materials*, 23(7), 2641–2646.
<http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.01.008>